

EVALUACIÓN DEL DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS EN LOS ESTUDIANTES CHILENOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MAPAS DE PROGRESIÓN DEL APRENDIZAJE

Ainoa Marzábal Blancafort, Virginia Delgado Chang, Patricia Moreira Seguel
Pontificia Universidad Católica de Chile

RESUMEN: Los bajos resultados alcanzados por Chile en la evaluación de competencias científicas hacen necesario explorar con mayor profundidad de qué manera progresan estas competencias a lo largo de la escolaridad. Con este propósito se construyó, validó y aplicó un instrumento de evaluación diagnóstica a 183 estudiantes chilenos de 8° básico. El análisis y discusión de resultados, que son coherentes con los obtenidos en las evaluaciones externas, nos ha permitido construir mapas de progresión del aprendizaje que muestran el desarrollo de las distintas habilidades propuestas en el currículum.

PALABRAS CLAVE: Competencia científica, evaluación, habilidades, mapas de progresión

OBJETIVO: Caracterizar el progreso de las competencias científicas de estudiantes chilenos al término de la escolaridad básica.

INTRODUCCIÓN

Actualmente se identifica la alfabetización científica como el propósito de la educación en ciencias. La noción de alfabetización ligada a un uso funcional e integrado del conocimiento científico deriva en la identificación de las competencias científicas como las capacidades necesarias para realizar estas acciones (Pedrinacci et al., 2012).

En Chile, el último ajuste curricular reorienta los objetivos de la educación científica hacia la alfabetización científica (Mineduc, 2009). Sin embargo, las evaluaciones de competencias científicas muestran que los estudiantes chilenos están poco preparados para identificar temas científicos, y mucho menos para explicar fenómenos y utilizar evidencias científicas para interpretar y resolver problemas de la vida cotidiana (Gutiérrez, 2008).

Frente a esta problemática, esperamos caracterizar la evolución del desempeño de los estudiantes de 8° básico en la movilización de las competencias científicas, y generar mapas de progresión del aprendizaje (Talanquer, 2013) que sean una herramienta útil para el diseño de secuencias didácticas que promuevan la alfabetización científica.

UNA DEFINICIÓN DE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS PARA SU EVALUACIÓN

La naturaleza multifacética de la competencia hace necesario definir una estructura interna que permita explorar su desarrollo en los estudiantes (Mislevy et al., 2002). Yus y colaboradores (2013) analizan el proceso de descomposición de PISA para la evaluación de competencias, considerando que se puede abordar cada uno de los componentes de la competencia como habilidades o destrezas que pueden ser evaluadas independientemente.

Organizamos las habilidades de pensamiento científico presentes en el curriculum chileno (Mineduc, 2009;2013) en torno a las 3 competencias científicas de PISA.

Identificar problemas científicos: asociada a distinguir los problemas científicos como los problemas que pueden resolverse en base a evidencias (Oñorbe, 2008). Ésta competencia puede abordarse como la planificación de una investigación en ciencia escolar, lo que involucra reconocer las preguntas científicas, identificar los elementos relevantes a considerar y qué acciones se deben realizar para recoger datos que permitan abordar el problema (Caamaño, 2003).

Explicar fenómenos científicos: asociada a la articulación entre la teoría científica y el fenómeno, expresando hechos o ideas dando sentido a lo que se quiere explicar utilizando las ideas teóricas vigentes (Izquierdo y Sanmartí, 2000). Esta competencia involucra aplicar adecuadamente el conocimiento científico en la descripción e interpretación de fenómenos, predicción de cambios y reconocimiento de explicaciones apropiadas, estableciendo razones causales explícitas que lleven a modificar un estado de conocimiento (Prat, 2000).

Usar evidencias científicas: se relaciona con la interpretación de pruebas científicas, la elaboración y comunicación de conclusiones (Gutiérrez, 2008). Esta competencia involucra organizar y representar series de datos, identificar patrones y tendencias y producir conclusiones basados en evidencias. En ciencias las representaciones se usan como evidencia que prueba el fenómeno y su interpretación (Roth y Bowen, 2001). La interpretación involucra el procesamiento de los datos para establecer comparaciones y buscar modelos interpretativos cualitativos o cuantitativos. Por último, para los estudiantes es relativamente fácil extraer conclusiones en base a las pruebas disponibles, pero es mucho más complejo que las justifiquen (Osborne et al., 2010).

ELABORACIÓN DE UN INSTRUMENTO PARA LA EVALUACIÓN DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA

La validez de un instrumento para evaluar las competencias científicas dependerá de dos factores: la selección, formulación e hipótesis de progresión de las habilidades y un diseño de las situaciones – test que resulten válidas para estimar los niveles de funcionalidad de tales conocimientos (Zabala & Arnau, 2011).

Una vez que hemos delimitado claramente qué habilidades nos permiten evaluar la competencia científica de los estudiantes, hemos construido actividades que combinan ítems de las tres competencias que se quieren evaluar en situaciones problemáticas en contextos socialmente relevantes. Puesto que ser competente supone ser capaz de responder de forma eficiente ante una situación real, las instancias evaluativas deben partir de situaciones que, mostrando toda la complejidad de la realidad, promuevan que el estudiante intervenga para llegar al conocimiento o a la resolución del problema.

Cada una de las actividades se caracteriza mediante el contexto en que se sitúa y los tres niveles de las competencias que se evalúan (N1, N2 y N3):

Tabla 1.
Caracterización de las actividades del instrumento de evaluación

<i>Actividad</i>	<i>Contexto</i>	<i>Comp. 1</i>	<i>Comp. 2</i>	<i>Comp. 3</i>
Me preocupa mi salud	Autocuidado (SALUD)	N1	N2 (I)	N3
De viaje	Evaluación de riesgos (PELIGROS y AMENAZAS)	-	N2 (II)	-
¿El jardín del Bio Bio?	Clima local (MEDIO AMBIENTE)	N2 (I)	N1 (I)	N2 (I)
La riqueza del salar de Atacama	Sistemas Naturales (RECURSOS NATURALES)	N3	N1 (II)	N2 (II)
La recuperación del Huemul	Extinción de especies (FRONTERAS CIENCIA y TECNOLOGÍA)	N2 (II)	N3	N1

APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

El enfoque metodológico es cualitativo, fundamentada en una perspectiva interpretativa (Hernández et al., 2010).

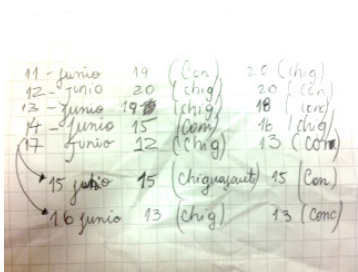
Para determinar la muestra consideramos que 150–200 es el número de casos que nos permite responder a la pregunta de investigación (Creswell, 2009). En cuanto al tipo de muestra, se trata de una estrategia de muestreo mixta: homogénea (estudiantes de 8° básico de la Región del Bio Bio de Chile) y por conveniencia (son los casos disponibles a los que tenemos acceso).

La recogida de datos consiste entonces en la aplicación del instrumento a 183 estudiantes de 8° básico de tres establecimientos educacionales de la región del Bio Bio (Chile).

ANÁLISIS DE LOS DATOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El proceso de análisis interpretativo de las respuestas nos permite visualizar las capacidades que movilizan los estudiantes ante actividades que serían las propias de su nivel escolar. Dada la extensión de esta propuesta, presentamos solamente el proceso para una competencia, para mostrar el proceso que nos ha permitido construir mapas de progreso.

Usar evidencias científicas (C3) involucra organizar y representar series de datos y producir conclusiones basadas en evidencias científicas. Esta competencia se evaluó en la siguiente actividad:



Se describe el estudio que ha realizado un grupo de estudiantes para poner a prueba la creencia de que la comuna de Chiguayante tiene un clima más caluroso que la comuna de Concepción. Para ello registran diariamente la temperatura en las dos comunas durante una semana, obteniendo los datos que se presentan, y afirmando que la creencia es cierta, dado que en Chiguayante siempre hace más calor que en Concepción.

Los estudiantes del nivel 1 no logran organizar correctamente los datos en la tabla, dado que transcriben los datos de la imagen tal y como se presentan, sin ordenarlos. Los estudiantes que se encuentran en los niveles 2 y 3, sin embargo, logran organizar los datos en la tabla apropiadamente.

En cuanto a la representación de los datos a una gráfica, los estudiantes del nivel 1 presentan dificultades en el escalamiento del eje (figura 1), en elegir un tipo de gráfico adecuado para datos discretos (figura 2) y para rotular los ejes y los datos de forma que se puedan identificar los datos (figura 3).

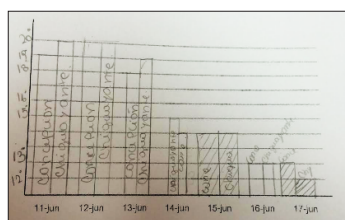


Fig. 1. Representación datos N1 (eje)

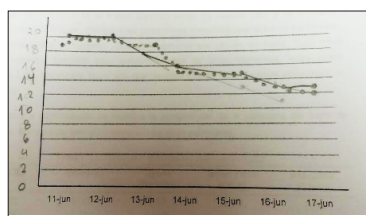


Fig. 2. Representación datos N1 (tipo de gráfico)

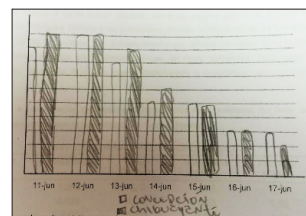


Fig. 3. Representación de datos N1 (rotulación ejes)

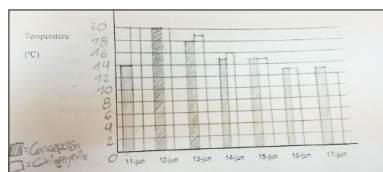


Fig. 4. Representación datos N2 y N3

En cuanto a la producción de conclusiones, los estudiantes del nivel 1 producen conclusiones incoherentes con las evidencias (figura 5), o bien producen conclusiones con argumentos externos, que provienen de su familiaridad con el contexto propuesto (figura 6).

Chiguayante? ¿Por qué?
 sí, porque las temperaturas en Chiguayante
 siempre son mayores o iguales a las de Concepción
 a excepción del 17 jun.

Fig. 5. Conclusiones N1 (incoherencia)

R: La mayoría de la veces sí, por que es un
 lugar pequeño con pocos edificios que
 Concepción por eso recibe más sol.

Fig. 6. conclusiones N1 (argumentos externos)

Los estudiantes del nivel 2, producen conclusiones coherentes con los datos pero no justifican sus argumentaciones en base a los datos de los que disponen (figura 7).

No, porque aunque en general sí hace más
 calor en Chiguayante, igual hay días
 en que en Concepción y Chiguayante
 tienen la misma temperatura

Fig. 7. Conclusiones N2

Por último, los estudiantes del nivel 3 producen conclusiones coherentes y logran justificarlas tomando los datos como argumentos que justifican dichas conclusiones (figura 8 y 9).

Entonces, como dicen los estudiantes, siempre hace más calor en
 Chiguayante? ¿Por qué? NO siempre hace más calor
 en Chiguayante porque el 17 de junio
 Concepción presentó una temperatura mayor
 que Chiguayante. Pero en días mayor
 parte del tiempo en Chiguayante hace
 más calor

Fig. 8. Conclusiones N3 (ejemplo 1)

No, porque el día 13 de junio en Concepción Hubo 19°C y
 en Chiguayante 18°C, es decir menor que en Concepción
 con Concepción

Fig. 9. Conclusiones N3 (ejemplo 2)

A partir del análisis se construye el mapa de progresión:

Tabla 2.
Mapa de progresión Competencia 3: usar evidencias científicas

C3	Nivel 1 (0 – 60)	Nivel 2 (61 – 120)	Nivel 3 (121 – 180)
Organizar y representar series de datos	Transcriben los datos tal y como se facilitan, sin aplicar criterios de ordenación. Representan correctamente los datos pero sus representaciones no son apropiadas para ser usadas como evidencias para producir conclusiones	Organizan los datos en diversas formas de representación adecuadamente, de tal forma que permiten identificar los patrones y tendencias que permiten producir las conclusiones	
Producir conclusiones basadas en evidencias	Producen conclusiones incoherentes con los datos, o basadas en argumentos externos	Producen conclusiones coherentes con los datos pero no las justifican	Producen conclusiones coherentes justificadas en base a las evidencias

La mayor parte de los participantes del estudio (96%) se encuentran en los niveles 2 y 3, lo que nos permite afirmar que la mayoría de los estudiantes logran representar adecuadamente series de datos, traducirlos en diferentes representaciones, y producir conclusiones coherentes. Esto implica que los estudiantes logran organizar datos y traducirlos incluso a expresiones más complejas (Azcárate y Deulofeu, 1990), y logran asignarle un significado a las representaciones (Leinhard et al., 1990), evaluando el conocimiento de forma apropiada en base a las pruebas disponibles. De acuerdo a Wainer (1992) la mayoría de los estudiantes lograría un nivel alto de procesamiento de la información representada, con una comprensión profunda de los datos y su comportamiento. Sin embargo, los estudiantes presentan dificultades para justificar las conclusiones en base a las evidencias que se han obtenido (Osborne *et al.*, 2004).

CONCLUSIONES Y PROYECCIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Los resultados de la evaluación concuerdan con las evaluaciones nacionales e internacionales en que los estudiantes chilenos tienen limitaciones importantes para abordar situaciones problemáticas del ámbito científico de forma eficaz..

Los estudiantes chilenos tienen dificultades para identificar claramente problemáticas científicas, lo que impide que puedan plantear experimentos que puedan darle una respuesta apropiada. Sin embargo, las mayores dificultades se presentan al tratar de establecer relaciones causa – efecto que articulen de forma explícita la teoría científica con el fenómeno, y en secuenciar estas ideas para comunicarlas mediante una explicación, o para producir predicciones que consideren todos los factores implicados y su incidencia. Por último, los estudiantes logran organizar datos, traducirlos y evaluar el conocimiento en base a las pruebas disponibles de forma adecuada, aunque con dificultades para justificarlas.

Los resultados de nuestra investigación muestran la progresión que siguen los estudiantes al ir aumentando el nivel de complejidad de las competencias científicas. Dado que éstas deben ser promovidas en la clase de ciencias de forma explícita, pensamos que los tres mapas de progresión pueden contribuir a estructurar las tareas que propone el profesor para promover la alfabetización científica.

AGRADECIMIENTO

Producto científico derivado del Proyecto FONDECYT 1160148

BIBLIOGRAFÍA

- AZCARATE, G. y DEULOFEU, P. (1990) *Funciones y Gráficas*. Madrid: Editorial Síntesis.
- CAAMAÑO, A. (2003) Los trabajos prácticos en ciencias. En: Jiménez M.P. (coord.) *Enseñar Ciencias*, pp.95-118. Barcelona: Graó.
- CAÑAL, P. (2012) ¿Cómo evaluar la competencia científica? *Investigación en la Escuela*, 78, pp. 5-17
- CRESWELL, J. (2009) *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. California: Sage Publications Inc.
- GUTIÉRREZ, A. (2008) La evaluación de las competencias científicas en PISA: perfiles en los estudiantes latinoamericanos. *Alambique*, 57, 23 – 31.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., & BAPTISTA, P. (2010) *Metodología de la investigación*. Perú: McGraw Hill Educación.
- IZQUIERDO, M. & N. SANMARTÍ, N. (2000) Enseñar a leer y escribir textos de Ciencias de la Naturaleza. En: Jorba, J., I. Gómez & Prat. (2000) *Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares*. Editorial Síntesis. Madrid. España.
- LEINHARDT, G.; ZASLAVSKY, O. y STEIN, M. K. (1990) Functions, graphs, and graphing: Task, learning, and teaching. *Review of Educational Research*, 60(1), pp. 1-64.
- MINEDUC (2009) *Fundamentación del ajuste a los marcos curriculares vigentes de educación básica y educación media*. Decretos supremos 40/96 y 220/98 y sus modificaciones.
- (2013) *Propuesta Nuevas Bases Curriculares 7º básico a II medio*. Santiago.
- MISLEVY, R. J., STEINBERG, L. S., & ALMOND, R. G. (2002) On the roles of task model variables in assessment design. In S. Irvine & P. Kyllonen (Eds.) *Item generation for test development* 97– 128.
- OÑORBE, A. (2008) Las pruebas de evaluación en ciencias del proyecto PISA. *Alambique*, 57, 41-52
- OSBORNE, J.; ERDURAN, S. y SIMON, S. (2004) *Ideas, evidence and argument in science*. London: King's College
- PEDRINACI, E.; CAAMAÑO, A.; CAÑAL, P. y PRO, A. (2012) La evaluación de la competencia científica requiere nuevas formas de evaluar los aprendizajes. En Pedrinaci, E. (coord.). *11 ideas clave: El desarrollo de la competencia científica*. Barcelona: Graó, cap. 11, pp. 241-267.
- PRAT, A. (2000) Habilidades cognitivolingüísticas y tipología textual. En Jorba, J., Gómez, I. y Prat, I. (Eds.) *Hablar y escribir para aprender*, 51-72. Barcelona: Síntesis
- ROTH, W.-M., & BOWEN, G. M. (2001) Professionals read graphs: a semiotic analysis. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32, 159–194.
- TALANQUER, V. (2013) Progresiones de aprendizaje: promesa y potencial. *Educación Química*, 24, 362-364.
- WAINER H. (1992) Understanding graphs and tables. *Educational Research*, 21(1), 14.23
- YUS, R., FERNÁNDEZ, M., GALLARDO, M., BARQUÍN, J., SEPÚLVEDA, M.P. y SERVÁN, M.J. (2013) La competencia científica y su evaluación. Análisis de las pruebas estandarizadas de PISA. *Revista de Educación*, 360, 557- 575.
- ZABALA, A. & ARNAU, L. (2011) *11 ideas clave. Cómo aprender y enseñar competencias*. Graó: Barcelona.